

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-281602

(43)Date of publication of application : 12.12.1986

(51)Int.Cl.

H01P 11/00  
// H01P 3/12

(21)Application number : 60-123412

(22)Date of filing : 06.06.1985

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

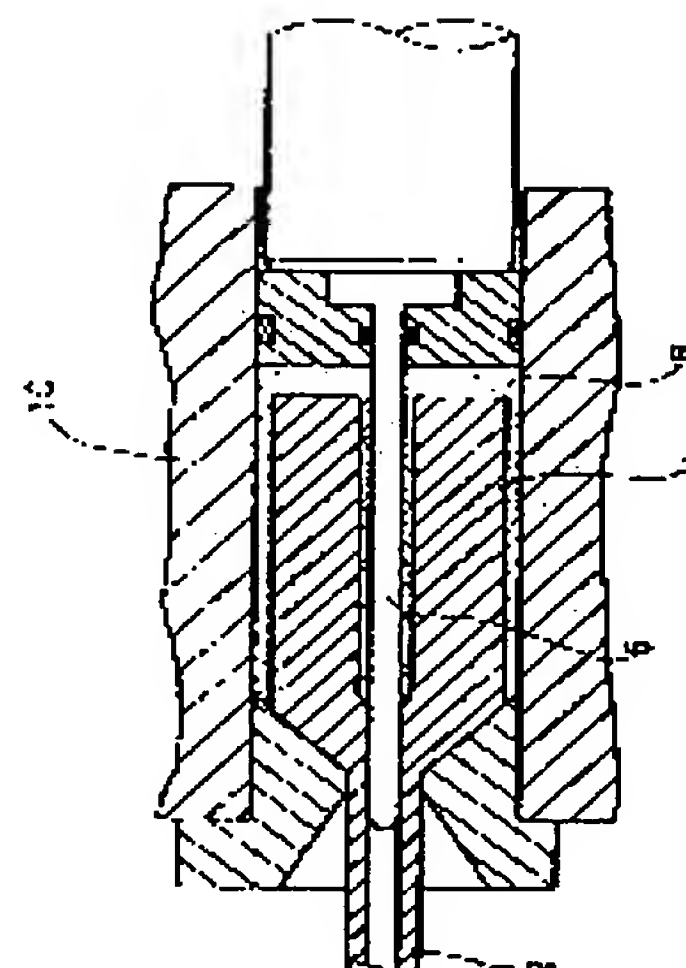
(72)Inventor : MATSUSHITA TOMIHARU  
MOTONISHI SUGURU  
ARIMURA KAZUO  
YAMAUCHI TADAHARU

## (54) MANUFACTURE OF WAVEGUIDE MADE OF MG ALLOY

## (57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture a waveguide made of Mg alloy with excellent surface coarseness and dimension accuracy without caring for fire by forming a through hole to the center of a raw material made of an Mg alloy with hot extrusion and forming the waveguide into a required shape by discharge processing.

CONSTITUTION: A hot hydrostatic pressure extrusion is applied while placing a pressure spacer between a raw material 4 and a container 10 and between the raw material 4 and a mandrell 6 at 230~300° C to form a hollow extruded rod 2 with  $40\phi \times 100$ . Wire-cut discharge processing is applied to the hollow extruded rod by using an Nc wire-cut discharge processing machine to form a waveguide. Since the center of the hollow extruded rod is hollow, the wire-cut discharge processing is applied very easily.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

⑪ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)12月12日

// H 01 P 11/00  
H 01 P 3/12

6749-5J  
7741-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 Mg合金製導波管の製造方法

⑮ 特 願 昭60-123412

⑯ 出 願 昭60(1985)6月6日

⑰ 発 明 者	松 下	富 春	西宮市瓦林町27-29
⑰ 発 明 者	本 西	英	明石市大久保町高丘1-12-21
⑰ 発 明 者	有 村	和 男	神戸市垂水区高丸7-3-4
⑰ 発 明 者	山 内	忠 晴	神戸市灘区土山町8-1-211
⑰ 出 願 人	株式会社神戸製鋼所		神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号
⑰ 代 理 人	弁理士 福森 久夫		

熱間押しでパイプを作り

放電加工で波付く。

明 細 書

1 発明の名称

Mg合金製導波管の製造方法

2 特許請求の範囲

Mg合金からなる素材を熱間押しをすることにより中空押し棒成形をし、次いで、該中空押し棒を放電加工により所要の導波管形状に成形することを特徴とするMg合金製導波管の製造方法。

3 発明の詳細な説明

【発明の利用分野】

本発明はMg合金製導波管の製造方法に関する。

【発明の背景】

導波管は、その内表面で電磁波を反射させながら電磁波を電送するための管である。導波管における電送可能な周波数範囲はその断面寸法によって著しく異なってくる。また、断面寸法の精度が悪かったり、内表面の粗度が大きいと、導波管の中に高次のモードが併存し、損失が増加したりイン

ピーダンスが不良になったりしてしまう。従って、導波管の断面寸法には厳格な精度が要求されるとともに、内表面には小さな粗度が要求される。

ところで、一般的に航空宇宙機器に対しては軽量化が要求される。特に通信衛星等に搭載される航空宇宙機器に対してはこの要求は一段と強い。航空宇宙機器の一つとして通信機器があり、この通信機器には各種の導波管が使用されている。従って、かかる通信機器を軽量化するためには、導波管をも軽量化しなければならない。

軽量化を目的とした導波管として現在Al合金製の導波管が多用されている。しかし、通信衛星等に搭載することを考えるとこれよりも一層軽量の導波管が望ましい。そのためにはAl合金より軽量のMg合金により導波管を製造すればよい。

そこで、Mg合金製導波管の製造方法につき以下に述べるように数々の検討を加えた。

① 冷間成形法

Mg合金は脆いため、冷間成形法によりMg合金製導波管を製造することはほとんど不可能である。

#### ② 熱間成形法

熱間成形法によれば加工は可能ではある。しかし、この方法では導波管に要求される寸法精度を満足する導波管を製造することはできない。

#### ③ スロット切削加工法

本方法として、内寸法4.28mm×8.8mm、長さ300mm、肉厚1mmの導波管の製造を試みた。

しかし、本方法においては、加工用バイトは4mm×4mm以下で長さが300mm以上となり、剛性がなく、安定した切削ができず、切削により発生する切屑をかみやすい。その結果、寸法精度、表面粗度が悪くなってしまう。また、被切削物には切削力がかかり、被切削物はヤング率の低いMg合金製であるので、この切削力のため被切削物は肉厚方向に変形してしまう。

また、切削中に発生する切屑には発火の危険性があり、工業的には十分な注意が要求される。

薄肉材を製造するにはよい方法である。放電加工性の目安として熱加工性が用いられる。熱加工性は熱伝導率 $\lambda$ と融点 $\theta_m$ との積で示され、この値が大きい程加工に要する最低エネルギー密度が高く、この値が最低エネルギー密度以下であれば材料の温度のみが上昇し、加工はできないことになる。第1表にMg合金、銅、鋼等の熱加工性を示す。Mg合金の熱加工性は鋼の約1/2であり、放電加工によりMg合金を加工すれば少ないエネルギーで加工することができることを意味する。

このような利点を考慮してもMg合金製の導波管の製造方法として放電加工法が適していることがわかる。

かかる観点から、表面粗度、寸法精度に優れたMg合金製導波管を放電加工により製造する方法を模索した結果本発明をなすにいたった。

#### ④ ブローチ切削加工法

スロット切削加工法で行なったのと同様の導波管の製造をブローチ切削加工法で試みたところ、工具の剛性が低く安定な切削を行なえないこと、切屑の排除を十分には行なえないため表面粗度、寸法精度が悪いこと、肉厚方向の変形が生じること等の問題があった。また、切削中に発生する切屑には発火の危険性があり、工業的には十分な注意が要求されることも同様である。

また、③、④のいずれの切削法においても、切削を行なうと内部に存在する鑄造欠陥が内表面に露出し、これが内表面の粗度を大にし、導波管としての特性を著しく劣化せしめてしまう。

このように①～④の方法では十分な特性を有したMg合金製導波管を製造することは困難であった。

一方、放電加工法は電極と被加工材との間に放電し、微小部分の融解により加工する方法であるので切削加工のような切削力が被加工物に働くことはない。従って、Mg合金のような脆い材料で

第1表 各種材料の熱加工性

	融点 $\theta_m$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	熱伝導率 $\text{cal}/^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm} \cdot \text{sec}$	熱加工性 $\lambda \cdot \theta_m$
Mg合金	621	0.18	110
Cu	1082	0.93	1008
鋼	1510	0.14	211
Al合金	938	0.31	190
Ti	1680	0.04	68

#### 〔発明の目的〕

本発明は、従来品に比べ約60%軽量で、かつ、表面粗度と寸法精度に優れたMg合金製導波管を、発火等の心配をすることなく製造することができるMg合金製導波管の製造方法を提供することを目的とする。

#### 〔発明の概要〕

上記目的は、Mg合金からなる素材の中心部に熱間押出により貫通穴を作成した後、放電加工により所要形状に成形することを特徴とするMg合金製導波管の製造方法によって達成される。

Mg合金は熱間押出が可能。比重が小さいものならばその組成には限定されない。たとえば、Mg-Al系合金、Mg-Mn系合金、Mg-Zn系合金あるいはMg-Zn系合金にZrを添加した合金等が用いられる。

熱間押出法としては各種のものが知られているが、どの方法によってもよい。熱間静水圧押出法が好ましい。押出に際しては、表面クラックが生じないように、Mg合金の組成に応じて、素材加熱温度、押出速度等を適宜選択すればよい。熱間押出により成形される中立押出棒の中立部の断面形状は任意である。この熱間押出により素材に存在する内部空隙は圧着してしまう。

押出加工後、放電加工により所要の導波管形状に成形する。放電加工はワイヤカット放電加工、形彫り放電加工（電極放電加工）のどちらでもよい。

導波管の形状は、電送可能な周波数範囲を考慮して、断面形状をたとえば、円形、方形（矩形、正方形等）、凹形、だ円形等にすればよい。

第2表 Mg合金の熱間押出し実験結果

ビレット温度 (℃)	押出比	備 考
200	"	部分的にわずかに割れあり。
225	"	良品。
250	"	良品。
275	"	良品。
300	"	良品。
350	"	表面に割れあり。

- ・ビレット外径87mmφ、・ビレット内径10mmφ
- ・押出速度（ステム速度）10mm/sec
- ・製品形状 外径22mmφ  
内径3mmφ

第3表 Mg合金の熱間押出し実験結果

ビレット温度 (℃)	押出比	備 考
250	7.0	良品。
275	"	良品。

## 【発明の実施例】

以下に本発明の実施例を説明する。

## （第1実施例）

Zn: 5.4重量%, Zr: 0.45重量%, Mg: 残部の化学成分よりなるMg合金製素材を鋳造により作成した。この成分の素材を押出すに際しての素材加熱温度を決定するため各種断面の中空押出棒を種々の条件で押出した。その結果を第2表及び第3表に示す。

第2表 Mg合金の熱間押出し実験結果

ビレット温度 (℃)	押出比	備 考
室 温	9.2	同方向に割れが多数あり。製品破断。
100	"	同上。製品に破断部あり。
150	"	押出材はつながっているが、同方向に割れあり。

- ・ビレット外径87mmφ、・ビレット内径10mmφ
- ・押出速度（ステム速度）10mm/sec
- ・製品形状 外径22.5mm×22.5mm  
内径3.5mm×7.5mm

本例においては熱間押出を、230～300℃で行なった。すなわち、第1図に示すように230～300℃において、素材4とコンテナ10との間及び素材4とマンドレル6との間に圧媒を介在させて熱間静水圧押出しを行ない、40φ×100の中空押出丸棒2を成形した。この中空押出丸棒の密度は成分に対応する理論密度を有しており、鋳造時の内部空隙は圧着していることが明らかとなった。

この中空押出丸棒をNCワイヤーカット放電加工機によりワイヤカット放電加工し、外形23mm×23mm（肉厚0.7mm）の導波管を成形した。中空押出丸棒は中心が中空となっているのでワイヤカット放電加工ががきわめて容易となる。

同様の方法で中空断面方形の導波管を成形し、この導波管の適宜な断面における寸法を測定し

た。測定は2ヶ所で行なった。その結果を第2図に示す。肉厚は0.7mmであるが、第1の断面①における最小寸法は0.680mm、最大寸法は0.715mmでありバラツキ量は20μであった。一方断面②における最小寸法は0.702mm、最大寸法は0.725mmでありバラツキ量は23μであった。結局、要求精度が $7 \pm 0.05$ mmであるのに対し、 $+0.025 \sim -0.011$ mmの精度が得られた。なお、この導波管の内部コーナはR0.21~R0.32の丸みを有し、また、外部コーナーも丸みを有し、シャープエッジとはなっていなかった。また、鋳造欠陥が内表面に露出することはなかった。

一方、第3図に示すように表面粗度は、荒加工で約20~30μRmax、その後仕上加工をすれば10μRmaxに上げることが可能である。もちろん表面粗度をよりよくするためには3カット、4カットと行なえばよい。

#### (第2実施例)

本例においては第1実施例に使用したワイヤカット放電に代え、形彫り放電(電極棒法)を行

2実施例により製造した導波管の寸法精度を示すための正面図及び正面図のX-X断面図、Y-Y断面図である。

2 --- 中空押出棒(中空押出丸棒)、4 --- 素材、6 --- マンドレル、8 --- 圧板、10 --- コンテナ。

なった。放電加工の対象物である中空押出丸棒はその中心に中空部を有するので切屑の排出が良好となり、仕上り表面の表面粗度、寸法精度も良いものとなる。

本例により作成した2つの導波管の寸法精度を第4図及び第5図に示す。本例においても要求精度を十分に満たしている。

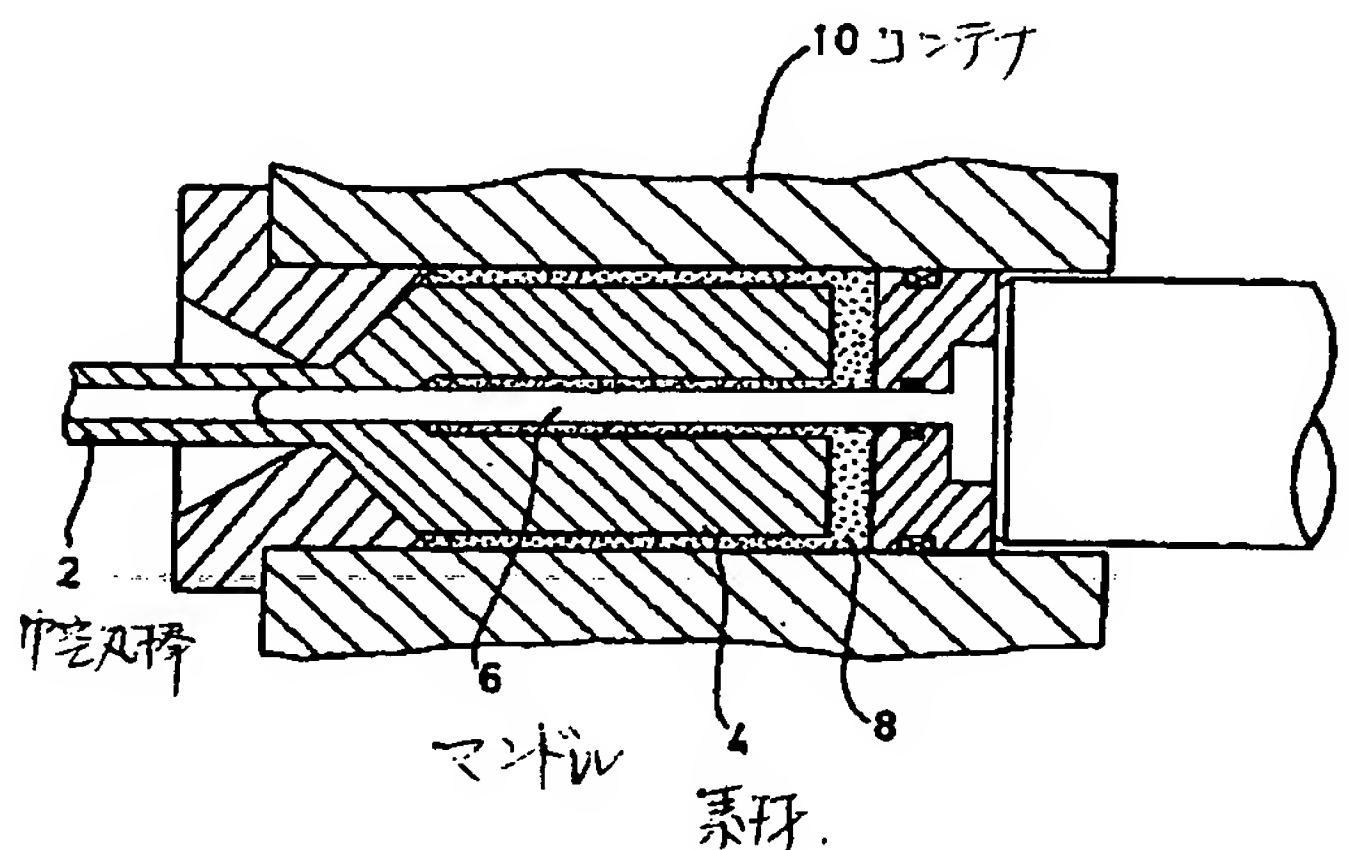
#### [発明の効果]

本発明によれば、従来品に比べ約80%軽量で、かつ、表面粗度と寸法精度の優れたMg合金製導波管を、発火等の心配をすることなく製造することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

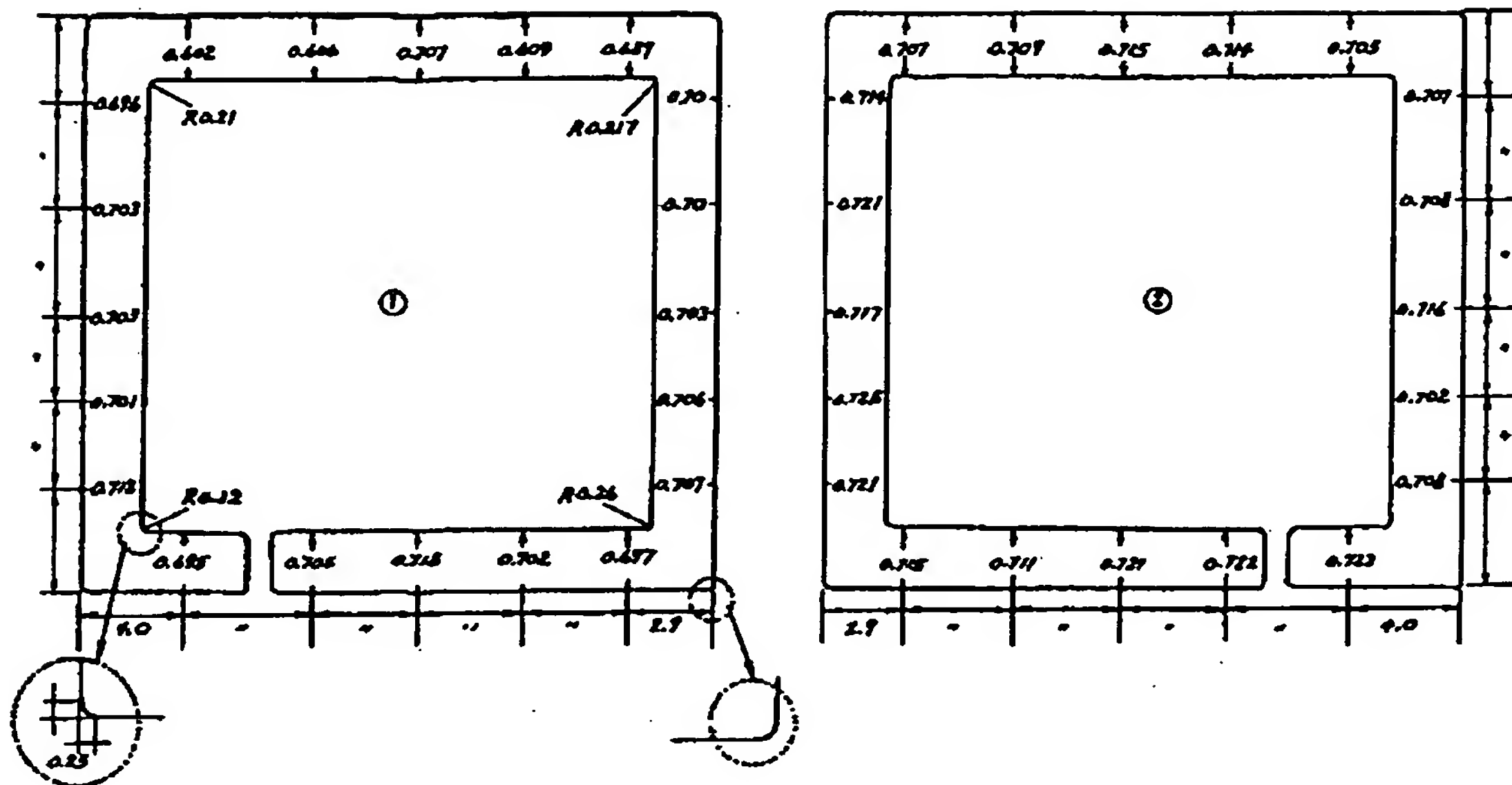
第1図は第1実施例を説明するための断面図である。第2図は第1実施例により製造した導波管の寸法精度を示すための左右側面図及び部分拡大図である。第3図は第1実施例により製造した導波管の表面粗度を示すグラフである。第4図は第2実施例により製造した導波管の寸法精度を示すための左右側面図及び正面図である。第5図は第

第1図





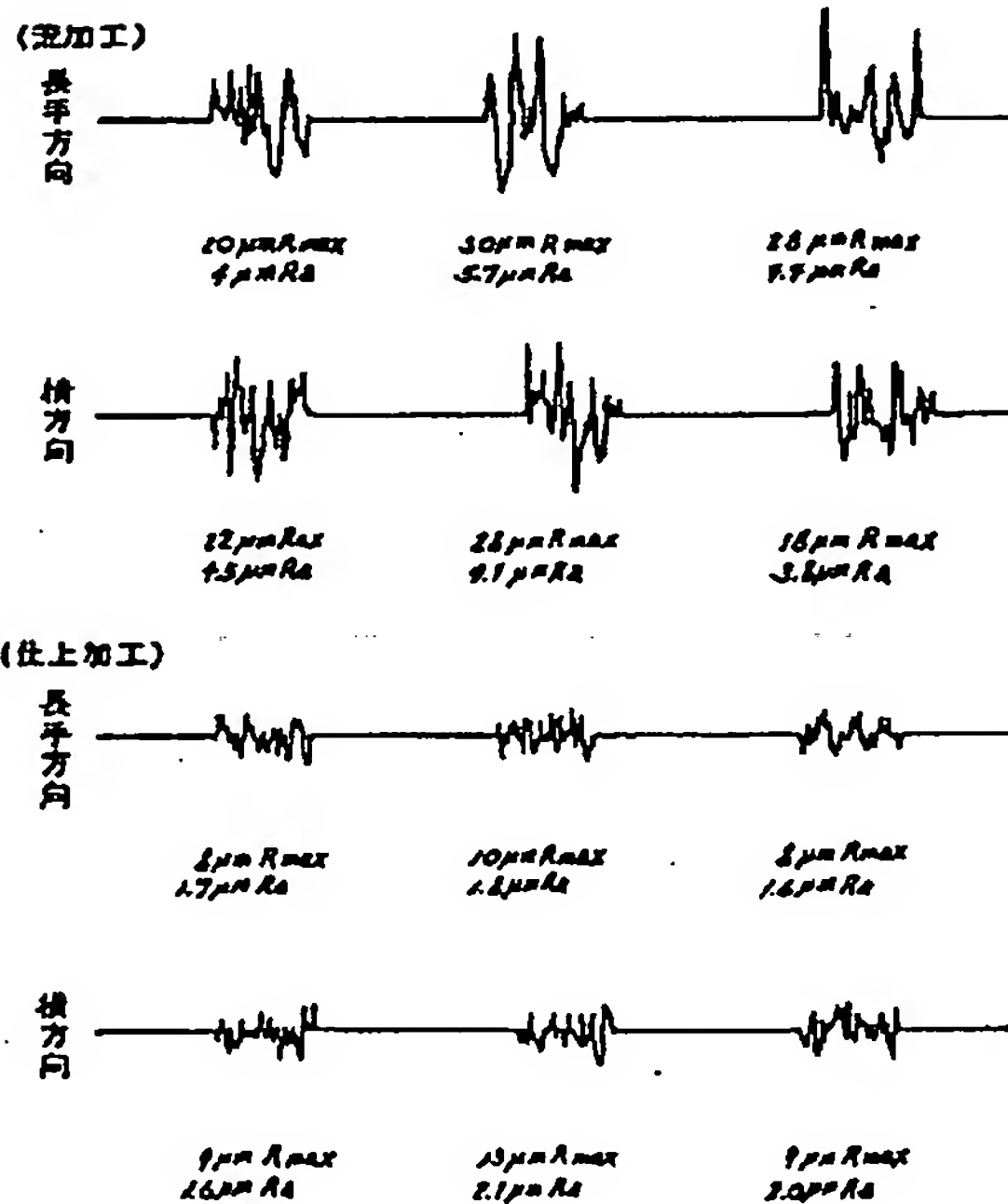
第 2 図



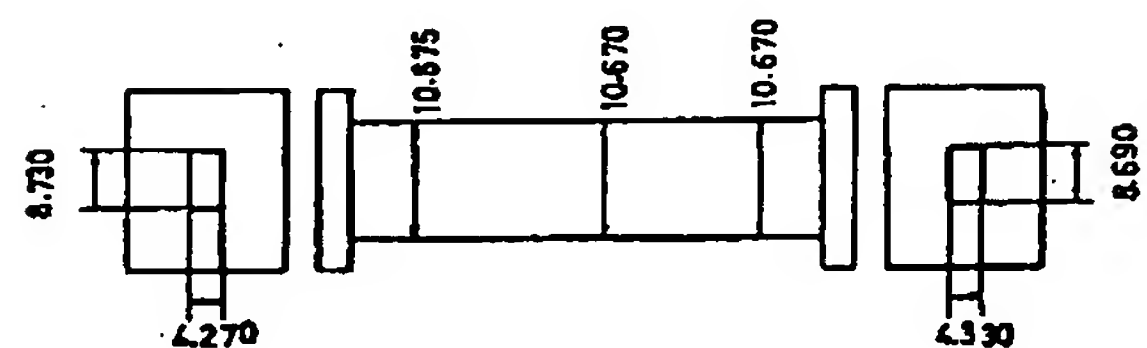
第 3 図

放電加工後の面あらし(導波管)

$\times 1000, \times 20 \lambda 0.8$



第 4 図



第 5 図

